# تحلیل لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیک حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو بر مبنای روابط تعاملی فرایندهای مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک و هیدرومورفیک

محمد جعفر زمردیان (دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده‌ی مسؤول)
zomorodian@um.ac.ir
معصومه خاکپور(کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد)
Zohre.khakpour@yahoo.com
سعدالله ولایتی (استاد زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد)
Svelayati57@yahoo.com

## چکیده

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در دره‌ی ناودیسی زاگرس چین خورده واقع است. اسکلت و ساختار ناهموار این حوضه از سه واحد ژئومورفولوژیک کوهستانی، سطوح پست و هموار و چاله‌ی تکتونیکی دریاچه تشکیل شده و در طی دوره‌های زمین‌شناختی، تحت تأثیر روابط تعاملی فرآیندهای تکتونیکی، کلیماتولوژیکی و هیدروژئومورفولوژیکی تکوین و تکامل یافته است. در این پژوهش، برای بررسی ژئومورفولوژی، به ویژه تحولات هیدروژئومورفولوژیکی این حوضه، از روش‌های تاریخی، تجربی، توصیفی – تحلیلی و برخی مدل‌های ژئومورفولوژیکی استفاده شده و نتایج زیر به دست آمده است: واحدهای ژئومورفیک، به ویژه ناحیه‌ی کوهستانی این حوضه، تحت تأثیر فرآیندهای پالئوهیدرومورفوتکتونیک، لندفرم‌ها و ناهمواری‌های معکوس نظیر، کلوزها و دره‌های عرضی، ناودیس‌های هوایی، الگوی زهکشی ترلیس( داربستی) و غیره را ایجاد نموده‌اند. از سوی دیگر شرایط پالئوهیدرومورفوکلیماتیک، فرایندها ولندفرم‌های پالئوکارست را در این ناحیه پدید آورده و کارست‌های زیرزمینی نیز با افزایش نفوذپذیری و جریان‌های عمقی و زیرزمینی، موجبات ضعف زهکشی‌های سطحی حوضه را فراهم آورده‌اند. این شرایط و ویژگی‌ها هم‌اکنون با روندی کندتر و خلق لندفرم‌های نسبتاً متفاوت، به ویژه در سطوح پست حوضه، تداوم یافته و در قالب فرآیندهای نئوهیدرومورفوتکتونیک، عملکرد گسل‌های فعّال، تحلیل گنبدهای نمکی، همراه با فرآیندهای جریانی و نئوهیدرومورفوکلیماتیک (نوسانات سطح دریاچه بر اثر تغییرات اقلیمی عصر حاضر و جریان‌های

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱۵ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۳/۲۳

فصلی و موقتی) بر بافت الگوی زهکشی و فرآیندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک تـأثیر گذاشـته و ژئوفرم‌هایی نظیر مخروط افکنه‌ها و تقطیع آن‌ها، تراس‌های دریاچه‌ای، اشکال مختلف کویری و غیـره را در حوضه‌ی آبریز مهارلو به وجود آورده‌اند. بـا وجـود ایـن در حـال حاضـر برخـی مـوارد ماننـد بارش‌های رگباری شدید و وجود شیب‌های تند ارتفاعات، جریان‌های سـطحی قدرتمنـدی را ایجـاد نموده و در فرسایش، تولید رسوب و تحولات هیدروژئومورفولوژی این حوضه نقش مهمـی را ایفـا می‌نمایند. نتیجه‌ی نهایی آنکه شرایط تکتونیکی، اقلیمی و هیدرودینامیکی، چه در گذشته و چه در زمان حال، فرآیندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیکی گوناگونی را در سطح حوضه بـه وجـود آورده و این ویژگی‌های هیدروژئومورفیک دارای پتانسیل‌ها، تنگناها، خطـرات و معضـلاتی زیسـت محیطـی هستند، که باید در مدیریت محیطی و دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار، مورد توجه برنامه‌ریزان و مجریـان پروژه‌های عمرانی قرار گیرد.

**کلیـدواژه‌هـا**: لنـدفرم، هیـدروژئومورفولوژی، دریاچـه مهـارلو، مورفوتکتونیـک، مورفوکلیماتیـک، هیدرمورفیک.

**درآمد**

ویژگی‌های تکتونیکی (زمین ساختی)، سازندهای زمین و انرژی‌های تأثیرگـذار بـر آن‌هـا کـه عمـدتاً حاصل امواج الکترومنیتیک است، در تحولات ژئومورفولوژیکی و محیطی هر ناحیه، نقش قاطع داشـته و عوامل کنترل‌کننده‌ی لندفرم‌ها را مشخص می‌سازند. این پارامترها بر فرایندهای بیرونی، از جمله فرایندهای رودخانه‌ای و آبی تأثیرگذار بوده و علاوه بر خلـق لنـدفرم‌هـای آبـی، سـیل، فرسـایش و رسـوب را نیـز تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهند. به این جهت، بررسی‌ها و داده‌های زمـین شـناختی، اقلـیم، فیزیـوگرافی، هیدرولوژی،خاک و پوشش گیاهی در یک حوضه‌ی آبریز، شرایط تکوین و توسعه‌ی آب‌هـای جـاری و فرایندهای مربوط را آشکار می‌سازند. در این میان نقش انسان، به عنوان عامل تشدید کننـده‌ی فراینـدهای ژئومورفیک، از جمله لغزش، فرسایش و... نیز دارای اهمیت است.

فرایندها و لندفرم‌های آبی حوضه‌ی آبریز دریاچـه‌ی مهـارلو، کـه زیـر عنـوان هیـدروژئومورفولوژی حوضه، مورد بحث قرار می‌گیرد نیز متأثر از عوامل بالا بوده و برای تحلیل آن‌ها باید این موارد را به دقّـت بررسی نمود. البته در این بررسی دو نکته قابل ذکر است: نخست آنکه علاوه بـر فراینـدها و لنـدفرم‌هـای

آب‌های سطحی، به پیامدهای ژئومورفیک آب‌های زیرزمینی نیز توجه می‌شود. دیگر آن‌که شرایط پالئوهیدروژئومورفولوژیک نیز، که متأثر از پالئوتکتونیک و پالئوکلیماتولوژی بوده، حضور و نقش قابل توجهی در تکوین و توسعه‌ی برخی لندفرم‌های حوضه داشته است و ضروری است که بحث و واکاوی شود.

به این ترتیب لندفرم‌های ویژه‌ای که تحت تأثیر شرایط و عوامل بالا در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو پدید آمده‌اند، عبارت‌اند از: دره‌های عرضی و تنگ (کلوز یا گپ)، پیدایش چاله و دریاچه‌ی مهارلو، ایجاد تراس‌ها و پادگانه‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای، پلایا و سطوح کویری، آبشارها، چشمه‌ها، لندفرم‌های کارستی و فرایندهای فرسایش و رسوب در سطح حوضه و دریاچه. این لندفرم‌های ژئومورفیک و فرایندهای مربوط، از یک سو دارای پتانسیل‌ها و جاذبه‌های گوناگون اقتصادی، گردشگری و غیره هستند و از سوی دیگر قادرند خطرات و نابسامانی‌هایی را در مسیر توسعه و اجرای پروژه‌های عمرانی موجب شوند. بنابراین ضرورت مطالعات هیدروژئومورفولوژیک در حوضه‌ی مهارلو امری اجتناب ناپذیر بوده تا از طریق آن بتوان به درک صحیح اوضاع طبیعی و قوانین حاکم بر وضعیت هیدروژئومورفیک حوضه نایل آمد و در راستای رسیدن به توسعه‌ی پایدار گام‌های استوار برداشت.

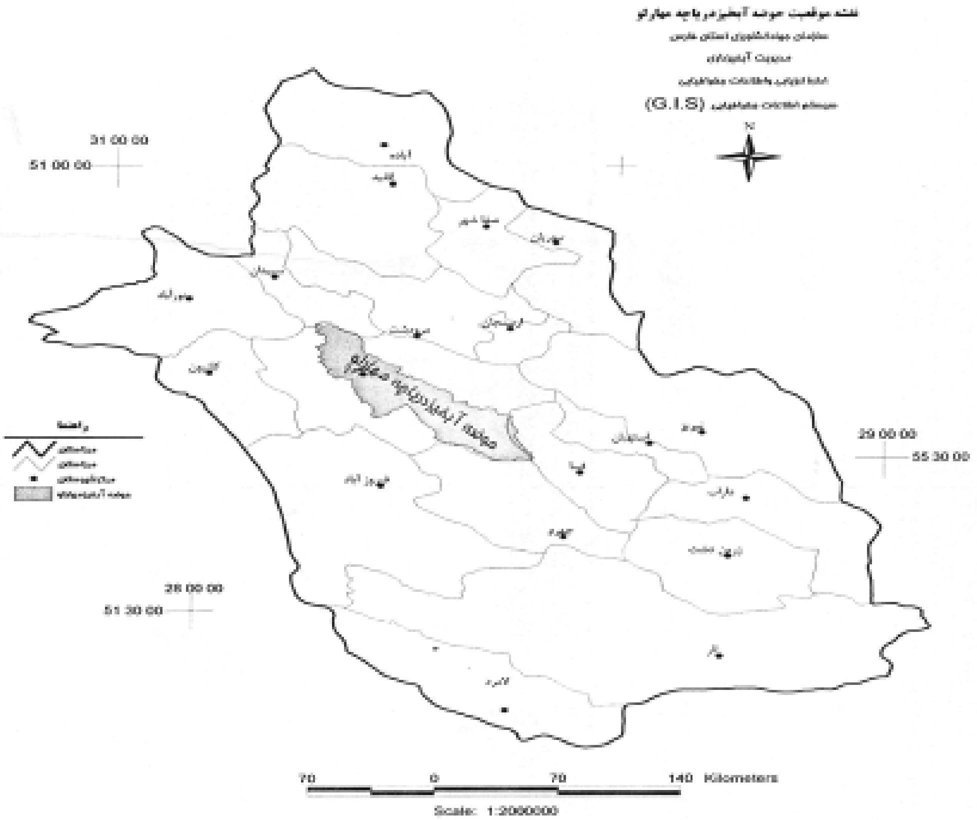
**مواد و روش‌ها**

در این پژوهش از روش‌های تاریخی، تجربی و توصیفی- تحلیلی و نیز برخی مدل‌های ژئومورفولوژیکی مانند مدل استرالر، هورتن و ... استفاده شده است. برای دست‌یابی به اهداف تحقیق، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی و تصاویرماهواره‌ای، محدوده منطقه مشخص شده و نقشه‌های مختلف از جمله نقشه‌ی ژئومورفولوژی حوضه در محیط نرم افزار GIS تهیه و ترسیم شده است. همچنین با انجام چندین نوبت کارهای میدانی در فصول مختلف سال، عوارض واشکال موجود در نقشه‌ها و تصاویر با شرایط محیط تطبیق داده شده است. سرانجام با مطالعه‌ی منابع کتابخانه‌ای وتحلیل آمارهای اقلیمی و هیدرولوژیکی حوضه، تفسیر و تبیین هیدروژئومورفولوژی حوضه تحقق یافته است.

**موقعیت و معرفی منطقه**

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو با وسعت ٤٢٧٠ کیلومتر مربع، در ناحیه‌ی جنوب غربی ایران و در میان رشته کوه‌های زاگرس واقع شده و در بین عرض‌های جغرافیایی۲۹ درجه و۱ دقیقه تا ۲۹ درجه و۵۸ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی قرار گرفته است. شکل زیر موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**نقشه۱: موقعیت حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در استان فارس**




منطقه مورد مطالعه در رشته کوه‌های زاگرس قرار گرفته و طی دوران‌های زمین‌شناسی، دستخوش تحولات فراوانی شده است. قدیمی‌ترین سنگ‌های آن را آهک‌های سازند بنگستان (سنومانین) و جدیدترین آن را آبرفت‌های (شن، ماسه، سیلت، رس) کواترنر تشکیل می‌دهد. آهک‌های آسماری–جهرم

نیز که تمام تاقدیس‌ها را در برگرفته، بیشترین رخنمون سنگ‌های منطقه را در معرض نمایش قرار داده است (مرکز ملی مطالعات و پژوهش‌های کارست،۱۳۷۳).جدول زیر مشخصات چینه‌ها و سازندهای منطقه را نشان می‌دهد.

**جدول۱: مشخصات استراتیگرافی ولیتولوژی حوضه‌ی مهارلو**

| دوره زمین شناسی | سازند | سنگ شناسی | ماهیت سازند |
|---|---|---|---|
| هلوسن پلیستوسن | آبرفتی | شن،ماسه،سیلت،رس | آب شیرین کم عمق،رسوبات رودخانه ای و دریاچه ای |
| پلیوسن | بختیاری،آغاجاری | کنگلومرا،ماسه سنگ | آب شیرین، در کوهپایه ها رسوبات دریاچه ای و مصبی |
| میوسن | رازک | مارن،سیلت،آهک نازک لایه | رسوبات تبخیری و دریایی |
| الیگوسن | آسماری | آهک | رسوبات دریایی و رسوبات فلات قاره |
| ائوسن | جهرم، ساچون، تاربور | دولومیت تبخیری، آهک | رسوبات دریایی و قسمت کم عمق دریایی<br>رسوبات دریایی و تبخیری<br>رسوبات دریایی و ریفتی |
| پالئوسن | پابده | مارستون | رسوبات عمیق دریایی |
| مائس تریشتین | گورپی | مارستون-شیل | رسوبات عمیق دریایی |
| سنومانین | بنگستان | آهک | رسوبات دریایی کم عمق |

از نظر اقلیمی، حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در محدوده‌ی کمربند خشک و بیابانی نیمکره‌ی شمالی قرار گرفته و لیکن تأثیر توده‌های هوای گوناگون، دامنه‌ی ارتفاعی قابل توجه در حوضه و کشیدگی و وسعت نسبتاً زیاد حوضه و غیره سبب شده است که اقلیم منطقه تا حدودی متغیر و گوناگون باشد. به عنوان مثال، میزان بارندگی در شمال و شمال غرب حوضه به بیش از ۵۰۰ میلی‌متر و در سمت شرق و شمال شرق به کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر و حتی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر (مثلاً در سروستان ۲۸۵ میلی‌متر) نیز می‌رسد. به عبارت دیگر میانگین بارندگی حوضه، بدون در نظر گرفتن ارتفاعات، ۳۸۶ میلی‌متر و با در نظر گرفتن ارتفاعات، ۵۱۰ میلی متر می‌باشد. داده‌های شاخص اقلیمی این حوضه بر اساس دوره‌ی آماری ۳۸ ساله (۱۳۸۸-۱۳۵۰ خورشیدی) در (جدول ۲) نمایش داده شده است. براساس بررسی‌های انجام شده، آب و هوای منطقه با توجه به روش دومارتن از نوع نیمه خشک و مدیترانه‌ای و بر اساس روش آمبرژه، از نوع نیمه خشک معتدل و نیمه مرطوب معتدل تشخیص داده شده است. به طور کلی می‌توان آب و هوای این منطقه را نیمه استپی و به نوعی مدیترانه‌ای قلمداد کرد.

**جدول۲: داده‌های شاخص اقلیمی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو(۱۳۵۰ تا۱۳۸۸ خورشیدی)**

| پارامتر | درجه حرارت Ċ | تعداد روزهای یخ بندان(n) | تبخیر و تعرق (mm) روزانه | بارندگی(mm) ماهیانه |
|---|---|---|---|---|
| بیشینه مطلق | ٤۳/۲ | ۱۵ | ۱۳/۳ | ۱۰۰/٤ |
| کمینه مطلق | -۱٤/٤ | ۰ | ۱/۳ | ۲/۲۰ |
| میانگین | ۱۸/۰۲ | ۳ | ۷/۰ | ۳۹/٦۰ |

از نظر هیدرولوژی و منابع آب حوضه‌ی مهارلو، می‌توان به آب‌های سطحی (راکد و جاری) و آب‌های زیرزمینی منطقه اشاره نمود. آب‌های سطحی راکد شامل دریاچه‌ی مهارلو، منداب‌ها و لش‌آب‌ها می‌شود. آب‌های سطحی جاری نیز شامل جریان‌های فصلی و موقتی می‌شود؛ زیرا که حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو فاقد رودخانه‌ی دایمی است. رواناب‌های حوضه عمدتاً توسط چند مسیل و رودخانه فصلی به دریاچه‌ی مهارلو می‌ریزد که عبارت‌اند از: مسیل یا رودخانه خشک، مسیل یا رودخانه چنار راهدار، مسیل پل فسا و مسیل نظرآباد سروستان.

چرخه آب‌های زیرزمینی در حوضه‌ی مهارلو، اگرچه تحت تأثیر شرایط زمین شناسی وعمدتاً وضعیت تکتونیکی و ساختمانی است، اما توپوگرافی و شرایط ژئومورفولوژیک نیز اثر تعیین کننده‌ای بر این چرخه دارد. عمده‌ترین آبخوان‌های تراوای کارستی حوضه‌ی مهارلو سازند کربناته آسماری جهرم و درزو شکاف‌های کارستی آن است. دومین آبخوان کارستی، آهک‌های سازند تاربور است که بین سازند ناتراوای پابده در زیر و سازند تراوای ساچون در بالا قرار گرفته است. آب این آبخوان‌ها، عمدتاً به‌وسیله‌ی چشمه‌ها زهکش می‌شود. آب‌های زیرزمینی موجود در آبخوان‌های آبرفتی نیز به سمت دریاچه‌ی مهارلو زه‌کشی می‌شود. مجموع کل آب‌دهی چشمه‌های مهارلو ۲۳٤۸ لیتر در ثانیه است، که تنها بخش اندکی از دبی چشمه‌ها (حدود۲۰۰لیتر در ثانیه) مستقیماً به دریاچه‌ی مهارلو تخلیه می‌شود.

ظرفیت عظیم حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، که گنجایش آن حدود ۳۰۰ الی ۵۰۰ میلیون متر مکعب است، توازن هیدرولوژیکی ظریف و دقیقی را فراهم آورده که عامل تداوم بقای دریاچه است(Dumas,2003)

از نظر خاک، مواد مادری سازندهای مختلف در حوضه‌ی آبریز که شرایط پدوژنز را فراهم نموده اند، مورد مطالعه هستند. منابع ارضی حوضه عبارت‌اند از: تیپ کوهستان‌ها، تیپ تپه‌ها، تیپ فلات‌ها

وتراس‌های فوقانی، تیپ دشت‌های دامنه‌ای، تیپ دشت‌های سیلگیر، تیپ دشت‌های رسوبی رودخانه‌ای، تیپ اراضی واریزه‌ای بادبزنی شکل سنگریزه دار، تیپ اراضی کمپلکس، تیپ اراضی پست و گرد.

پوشش گیاهی این حوضه به دلیل تخریب مراتع، چرای بیش از ظرفیَت و خارج از فصل، پراکنش نامناسب منابع آب شرب، نظام بهره‌برداری نامناسب حاکم بر مرتع، دخالت‌های بی‌رویه در اکوسیستم و چرای مفرط، دچار تغییرات و دگرگونی‌های بسیاری شده است؛ اما هنوز آثاری از درختان جنگلی از جمله بلوط در قسمت‌هایی از کوه سبزپوشان، فرهنگ شهر، اکبرآباد و...مشاهده می‌شود، که نشانگر جنگلی بودن این مناطق است.

**ژئومورفولوژی منطقه**

با توجه به اینکه حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در واحد کوهستانی زاگرس واقع شده، ضروری است نخست اشاره‌ای به ژئومورفولوژی زاگرس داشته باشیم.

سلسله جبال زاگرس، همانند دیگر ارتفاعات و رشته کوه‌های ایران تحت تأثیر آخرین فاز کوهزایی آلپی (پاسادنین) چین‌خورده و بالا آمده است. در واقع این رشته کوه بر اثر حرکت و فرورانش (زیراندگی) پلاتفرم عربستان به زیر ایران مرکزی و بالاآمدن رسوب‌های ژئوسنکلینال نئوتتیس پدید آمده است. ارتفاعات زاگرس که بزرگ‌ترین واحد ناهمواری (واحد مورفوتکتونیک) ایران را تشکیل می دهد، به دو قسمت زاگرس رورانده (زاگرس مرتفع) و زاگرس چین‌خورده تفکیک می‌شود. زاگرس مرتفع به صورت یک نوار چین خورده‌ی گسلیده (چین‌خوردگی تراستی) و به دنبال تصادم میان قطعات لیتوسفری ایران و عربستان ایجاد شده است؛ در حالی‌که زاگرس چین خورده (یا زاگرس خارجی) از نوع چین خوردگی‌های ساده و منظّم در جنوب غرب ایران شکل گرفته و در برخی قسمت‌ها به زیر زاگرس رورانده نیز کشیده شده است (خسرو تهرانی و همکار،۱۳٦۳: ٤٦).

به عبارت دقیق‌تر، زاگرس مجموعه‌ای از پستی و بلندی‌های منظَم و ویژه‌ای است که در جنوب گسله‌های سراسری(راندگی زاگرس)، گسترش یافته و از نظر مورفولوژی، مشابه یکی از انواع مهم چین خوردگی‌های دنیا موسوم به"ناهمواری‌های ژورایی" می‌باشد. به این معنا که در زاگرس، کوه‌ها منطبق بر تاقدیس‌ها بوده و دره‌ها نیز در قالب ناودیس‌ها شکل گرفته و سیمای ظاهری و فیزیکی آن‌ها با نوسان

امواج چین‌خوردگی (تاقدیس–ناودیس های موازی و متوالی) مرتبط است. ارتفاع این چین‌های موازی در سرتاسر زاگرس، از شمال شرق به سوی جنوب و جنوب غرب کاهش می‌یابد و به صورت ناهمواری‌های پلکانی از کوه‌های مرتفع به کوه‌های کم ارتفاع و تپه‌های کناری ختم می‌شود. این شرایط، به ویژه به هنگام عبور از جاده‌ی شیراز–بوشهر، به خوبی مشهود و محسوس است (زمردیان،۱۳۸۱،ج۱: ۲۱۰).

علاوه بر این در زاگرس چین خورده، اشکال ژورایی نظیر دره‌های ناودیسی (طولی)، دره‌های عرضی تنگ و عمیق (از نوع کلوز [1] یا گپ [2])، دره‌های تاقدیسی مرتفع(کمب [3])، ناودیس‌های هوایی(معلق)، دره‌های فرعی روی دامنه‌ها (به نام رو یا روز [4]) و غیره که انواع دره رودها و دشت‌های میان‌کوهی را در برگرفته‌اند، به چشم می‌خورد (فیشر،۱۹٦۸).

گنبدهای نمکی از دیگر عوارض ژئومورفولوژی ساختمانی منطقه‌اند، که در قالب تکتونیک نمکی و دیاپیریسم، باعث تغییر شکل ساختمان اولیه‌ی چین‌های منطقه شده‌اند؛ زیرا بالا آمدن گنبدهای نمکی در زاگرس فارس، بعد از پیدایش چین‌خوردگی‌ها انجام گرفته است (محمودی،۱۳۵٦: ۵۸–۵۹).

در واقع ایران یکی از مهم‌ترین گنبدهای نمکی جهان را در بر دارد. در این سرزمین، حدود ۲۰۰ گنبد نمکی وجود دارد که بخش عمده‌ی آن در جنوب کشور، حدود ۱۰۰ گنبد نمکی در گستره‌ی بندر عباس–شیراز و ١٤ گنبد در گستره‌ی جنوب کازرون واقع است. به این ترتیب بیش‌ترین تمرکز گنبدهای نمکی جنوب ایران در پیرامون بندرعباس–لار می‌باشد. وسیع‌ترین گستره‌ی گنبدهای نمکی ایران در این بخش به چشم می‌خورد. تا آن‌جا که در مقیاس جهانی به عنوان "محل تیپ" نمودهای نمکی و نمونه‌ی شاخص تکتونیک نمکی به شمار می‌آید (زمردیان،۱۳۸۱.ج۱: ۱۹۰).

زاگرس از نظر فرایندهای بیرونی نیز همانند سایر نقاط ایران در طی کواترنر، به ویژه در دوره های بارانی، تحت تأثیر یک فاز فرسایشی شدید قرار گرفت و به دنبال تسلط فرایندهای جنب یخچالی در ارتفاعات و جریان‌های سطحی و جریان‌های عمقی آب، دچار تحوّلات مورفولوژیکی قابل توجهی

1- Clouse
2- Gap
3- Comb
4- Ruz

گردید؛ به گونه‌ای که با استقرار اعمال هوازدگی، حرکات دامنه‌ای و رواناب‌های قوی، نه تنها از ارتفاعات منطقه کاسته شد و دشت‌های تراکمی در ناودیس‌ها شکل گرفت، بلکه ناهمواری‌های معکوس، اشکال کارستی(آهکی و نمکی) و دریاچه‌ی فلوویال مهارلو و غیره نیز پدید آمده‌اند.

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو در قالب همین ناهمواری‌های ژورایی، به ویژه دریک دره‌ی ناودیسی، شکل گرفته و از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی و مورفوتکتونیک و نیز شرایط مورفوکلیماتیک کاملاً هم داستان با سرنوشت زاگرس بوده است. در این حوضه سه واحد مورفوتکتونیک(ساختمانی) و مورفوکلیماتیک(اقلیمی)به شرح زیر قابل تفکیک است:

**۱.سطوح کوهستانی و ناهموار:** این واحد عمدتاً پیرامون حوضه را فرا گرفته و به عنوان مرتفع‌ترین کوه‌های استان فارس، بالغ بر ۵۰ درصد(۲۲۱٤کیلومترمربع از ٤۲۷۰کیلومتر مربع) وسعت حوضه را شامل می‌شود. سیمای مورفولوژیکی این واحد، تاقدیس‌های نامتقارن را نشان می‌دهد که دارای روند شمال غربی –جنوب شرقی‌اند. کوه قلعه گریخته در جنوب کوه احمدی نیز نوعی ناودیس معلق(با محور شرقی-غربی) بوده، که یال‌های شمالی و جنوبی آن به صورت پرتگاه خودنمایی می‌کنند.

نکته‌ی دیگر آنکه وجود شکستگی‌ها، گسله‌ها، دره‌های متعدد و حالت شکنجی در ارتفاعات و تاقدیس سبزپوشان (واقع در جنوب، جنوب غرب حوضه‌ی مهارلو)، بیانگر عملکرد مشترک و تأثیر نیروهای تکتونیکی و فرسایش شدید در این منطقه است.

از دیگر سطوح مرتفع و ناهموار حوضه، وجود دو گنبد نمکی در رأس و انتهای دو سوی گسل سروستان است، که خود بیانگر رابطه‌ی شکل‌گیری گنبد نمکی و گسل سروستان است. این گنبدهای نمکی در ۵ کیلومتری شمال شرقی سروستان و ۱۵ کیلومتری شرق داریان قرار گرفته، از سازندهای تبخیری (گچ و نمک) سری هرمز تشکیل شده‌اند.

**۲.سطوح پست و هموار:** در این منطقه همانند سایر نقاط ایران در طی کواترنر، فاز فرسایشی شدید منجر به تولید مواد هوازده‌ی فراوان در برجستگی‌ها و تاقدیس‌ها گردیده و این مواد شدیداً هوازده به سوی چاله‌های ناودیسی مجاور منتقل شده وبا انباشت این مواد در کف ناودیس حوضه‌ی مهارلو، دشت‌های فرسایشی – تراکمی نظیر دشت شیراز، دشت سروستان، دشت کوار ودشت قره باغ پدیدآمده‌اند. همچنین دشت‌های فرسایشی–کاوشی (دشت سرها و گلاسی‌ها) در مناطق پایکوهی این حوضه شکل گرفته‌اند.

دشت شیراز، که در غرب دریاچه‌ی مهارلو قرار گرفته، به طور متوسط ۱٤٧٠ متر از سطح دریا فرازا دارد و دارای شیب ملایمی به سوی شرق و جنوب شرقی می‌باشد. دشت سروستان به شکل حوضه‌ی بسته‌ای در شرق دریاچه‌ی مهارلو واقع شده است. به نظر می‌رسد که گسل سروستان در فروافتادگی و شکل‌گیری این دشت و در نتیجه بسته شدن حوضه‌ی مهارلو و شکل‌گیری دریاچه تأثیرگذار بوده است. در گذشته دریاچه‌ی مهارلو تمام این دشت را پوشانده بوده و بعدها تبخیر شدید و نوسانات اقلیمی، موجب پسروی دریاچه و خروج دشت از آب گردید.

در این سطوح پست و هموار، برخی پدیده‌های هیدروژئومورفیک کوچک مقیاس‌تر و نسبتاً هموار وجود دارد. از جمله می‌توان به مخروط افکنه‌های پایکوهی، به ویژه در دشت سروستان، دشت‌های دامنه‌ای، پلایا و باتلاق‌ها (در حدّ فاصل دشت‌ها و دریاچه) و امثال آن اشاره کرد.

**۳.واحد چاله دریاچه:** دریاچه‌ی مهارلو با فرازای ۱٤٤٥ متر از سطح دریا در مرکز حوضه‌ی آبریز مهارلو واقع شده است. وسعت این دریاچه به صورت فصلی یا دوره‌ای متغیّر و دارای نوسان است؛ به گونه‌ای که معمولاً ٥٤ درصد از کل مساحت آن به صورت دریاچه، ٢٤ درصد پوشش گلی و٢٢ درصد به شکل پوشش نمکی (پلایا) خودنمایی می‌کند (پسران،١٣٧٩: ٦٧). عمق دریاچه به طور متوسط ۵۵ سانتی‌متر برآورد شده است.

به نظر می‌رسد که دریاچه‌ی مهارلو یک فرورفتگی تکتونیکی است، زیرا علاوه بر ساختار ناودیسی ژورایی،گسل امتداد لغز چپ گرد سروستان در حاشیه‌ی شمال شرقی دریاچه حضور دارد (نقشه‌ی زمین‌لرزه ساخت، بربریان،١٣٦٢). این گسل که دارای روند شمال غربی – جنوب شرقی است در کواترنر فعال بوده و به نظر بربریان در شکل‌گیری دریاچه بی‌تأثیر نبوده است. شهرابی نیز معتقد است که از دیدگاه مورفوتکتونیکی این فرونشست به گونه‌ای بین دو رشته کوه تاقدیسی با روند NW-SE قرار گرفته، که می‌توان تشکیل آن را به حرکات گسل سروستان و شاخه‌های فرعی آن نسبت داد(شهرابی، ۱۳۷۳: ۲۵). در واقع حرکات این گسل، به ویژه از زمان پلئیستوسن پسین به بعد، موجب تشکیل این فرونشست ناودیس گونه شده است. به باور کرینسلی(۱۹۷۰)، به دلیل نبود سواحل کهن یا پادگانه‌های بسیار بلند، احتمال وجود این دریاچه در دوره‌ی قبل از پلئیستوسن ضعیف بوده است. همچنین بیشترین

توسعه‌ی این گونه دریاچه‌ها، که به دریاچه‌ی پلوویال معروف‌اند، به دوره های بارانی خیلی سرد و نیمه خشک و ورم مربوط می شود.

**نقشه ۲: ژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو**



**هیدروژئومورفولوژی و یافته‌های تحقیق**

با توجه به آنچه گفته شد، اسکلت ناهمواری‌ها و واحدهای سه‌گانه‌ی ژئومورفولوژیکی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، که عمدتاً تحت تأثیر دخالت عوامل اندوژن (درونزا)پدید آمده‌اند، در هیدروژئومورفولوژی ناحیه تأثیرگذار بوده و زمینه‌ی اصلی را برای فرایندهای هیدروژئومورفولوژیکی و پیدایش لندفرم‌های مربوط فراهم ساخته‌اند. از سوی دیگر عوامل اگزوژن، به ویژه عملکرد آب‌ها، نیز در قالب فرایندهای هیدروژئومورفیک بر روی این واحدها تأثیر گذاشته و موجب تحول آنها گردیده‌اند. این روابط متقابل و تعاملی همچنان تداوم دارد.

در حال حاضر ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژی این حوضه را می‌توان در قالب سه نوع فرایند عمل آب‌های جاری، آب‌های راکد سطحی و آب‌های نافذ مشاهده و تحلیل کرد. این فرایندها و پیامدهای ژئومورفیک آن‌ها، متأثر از دخالت و مشارکت عوامل گوناگونی به شرح زیر می باشد:

**۱. شرایط و زیرساخت‌های مورفوتکتونیکی منطقه**: عناصر مورفوتکتونیکی مهم در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو عبارت‌اند از: ناهمواری‌های ژورایی (چین‌های تاقدیسی–ناودیسی)، گسل‌ها و درزه‌ها و گنبدهای نمکی.

درحوضه‌ی مهارلو، هشت کوه تاقدیسی وجود دارد که عبارت‌اند از، کوه‌های ملوسجان، صوفیا، بمو، کفترک، احمدی، نظرآباد، قره، سبزپوشان، دراک. همچنین در این حوضه برخی ناودیس‌ها بر اثر فرسایش شدید تاقدیس‌های مجاور به صورت ناودیس معلّق نمایان شده‌اند، که عبارت‌اند از، کوه قلات، چرامکان، سلطان آباد و قلعه گریخته. این چین‌های موازی تاقدیس–ناودیسی در الگوی زه‌کشی زاگرس و از جمله حوضه‌ی مورد مطالعه، نقش قاطعی داشته و در مقیاس کلان الگوی موازی[1] را پدید آورده‌اند. کلوزها، گپ‌ها و دره‌های عرضی منطقه، که خود ناشی از شرایط پالئوهیدرومورفوتکتونیک[(1)] هستند، نیز الگوی زه‌کشی ترلیس(داربستی) را شکل داده‌اند. در این حوضه، علاوه بر ساختارهای عمیق خطی، گسل‌هایی با مقیاس متوسط(عمدتاً به صورت زون‌های گسلی) حضور دارند، که بخش عمده‌ی آن‌ها در پای تاقدیس‌ها و به موازات آن‌ها امتداد یافته و یا در مواردی آن‌ها را به صورت عرضی قطع

1-Parallel

کرده‌اند. مهم‌ترین این گسل‌ها عبارت‌اند از: گسل سروستان، گسل کوهنجان، گسل‌های بخش غربی دشت سروستان، گسل پایکوهی احمدی، گسل دشت قره باغ، گسل بخش جنوب شرقی کوه سبزپوشان، گسل‌های کفترک، گسل ابونصر، گسل حاشیه‌ای ناودیس چهارمکان، گسل موازی تاقدیس دراک و گسل حاشیه‌ی ناودیس قلات. این گسل‌ها در برخی موارد زه‌کش‌ها را به اسارت خود در آورده و در مواردی هم که عمود بر تاقدیس‌ها بوده، نظم الگوی زه‌کشی موازی را تحت الشعاع قرار داده و به صورت راست گوشه در آورده‌اند.

از دیگر پیامدهای هیدرومورفوتکتونیکی این گسل‌ها، شکل‌گیری چاله‌ی گرابنی است، که شرایط ایجاد بستر دریاچه‌ی مهارلو را فراهم ساخته است. همچنین می توان به ایجاد چشمه‌های متعدّد در شمال دریاچه و چشمه‌ی گوگردی مهارلو در اثر عملکرد این گسل‌ها اشاره نمود. گسل‌های واقع در یال شمالی کوه سبزپوشان و کوه دراک و یال جنوبی کوه کفترک باعث ایجاد چشمه‌های متعدّدی شده‌اند.

علاوه بر گسل‌ها، درزه‌ها نیز در حوضه‌ی مهارلو گسترش دارند، که عموماً عمود بر لایه‌بندی سازندها قرار گرفته‌اند، اما بسته به شرایط و جنس سنگ‌ها ممکن است نسبت به لایه‌بندی جهت دیگری داشته باشند. درزه‌های اصلی معمولاً با روند ساختارهای اصلی منطقه هم‌خوانی دارند، ولی به وسیله‌ی دسته‌های دیگر درزه قطع می‌شوند. این درزه‌ها نیز نقش مهمی در میزان کارست شدگی سطحی (ایجاد لاپیه‌ها، کارن‌ها، ریلن‌ها و...) و نفوذ آب‌ها به زیر زمین دارند.

گسل‌ها و درزه‌ها، نه تنها در شبکه‌ی زه‌کشی کنونی و فرایندهای هیدروژئومورفیک عصر حاضر نقش پردازی نموده‌اند، بلکه در ایجاد دره‌های عرضی(کلوز و گپ) و امثال آن هم نقش مهمی را ایفا نموده‌اند. فعالیت‌های نئوتکتونیکی گسل‌های پایکوهی منطقه نیز در ایجاد مخروط افکنه‌ها و تقطیع آن‌ها دخالت چشمگیری داشته است.

گنبدهای نمکی موجود در دشت سروستان از دیگر زیرساخت‌های مورفوتکتونیکی حوضه‌ی آبریز مهارلو است، که هم در ایجاد فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک حوضه اثرگذار بوده و هم در کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی نقش داشته است. این گنبدها از یک سو به دلیل مورفولوژی مخروطی و گنبدی خود موجب پیدایش الگوی زه‌کشی شعاعی متباعد شونده (واگرا) گردیده‌اند و از

سوی دیگر در ایجاد کارست‌های نمکی در محل، فعّال بوده‌اند. علاوه بر این گنبدهای مـذکور نمـک را در اختیار جریان‌های سطحی گذاشته و این جریـان‌هـا در مصـب و آبریزگـاه خـود (منطقـه‌ی پلایـا و دریاچه) باعث شوری آب دریاچه و ایجاد اشکال و لندفرم‌های کویری نظیر کفه‌های نمک، پلیگون‌هـای نمکی، تیغه‌های نمک، سبکرا و غیره گردیده‌اند. به همین دلیل آب دریاچه‌ی مهارلو بسیار شـور بـوده و قابلیت هدایت الکتریکی آن در مواقع کم آبی، حتی بـه ۳۲۰ هـزار میکرومهـوس بـر سـانتی متـر مربـع می‌رسد(درویش زاده، ۱۳۷۰ : ۷۰).

**تصویر ۱: کفه های نمکی همراه با چند ضلعی های نمکی در دریاچه به هنگام فصل خشک**



**تصویر ۲: گنبد نمکی سروستان و جریان شور حاصله**




**۲. شرایط مورفوکلیماتیک حوضه‌ی مهارلو**: در این ناحیه مـی‌تـوان پیامـدهای هیـدروژئومورفیک ناشی از شرایط پالئومورفوکلیماتیک و نئومورفوکلیماتیک حاکم بر حوضه را به خـوبی مشـاهده نمـود. حضور دره‌های عرضی (کلوز و گپ ) و ناودیس‌های هوایی (مانند ناودیس هوایی کوه قلعه گریخته) و امثال آن، که از پدیده‌های هیدرومورفوتکتونیک به شمار می‌آیند، ناشـی از عملکـرد جریـان‌هـای قـوی پالئومورفوکلیماتیک (دوره‌های مرطوب و بارانی کواترنر) در حوضه‌ی آبریز مهارلو است. همان گونه که گفته شد این دره‌های عرضی، کـه عمـود بـر دره هـای ناودیسـی شـکل گرفتـه‌انـد، الگـوی زه‌کشـی ترلیس(داربستی) را در منطقه نمایان ساخته‌اند.

از دیگر مواریث مورفوکلیماتیک حوضه‌ی مهارلو لندفرم‌های کارستی، به ویژه کارست عمقی، است. فرایند انحلال در سازندهای کربناته، به خصوص سازند آهک آسماری و آهک‌های بنگستان حوضه، که

در دوره‌های مرطوب کواترنر و از طریق درزه‌های تکتونیکی و غیر تکتونیکی عمل نموده، منجر به پیدایش اشکال کارست سطحی و عمقی شده است. مورفولوژی کارست سطحی عموماً روی لایه‌های آهکی افقی یا مایل سطح تاقدیس‌ها به وجود آمده و توسعه یافته‌اند. برای نمونه می‌توان به لاپیه‌ها و کارن‌های کم‌عمقی اشاره نمود که در اثر انحلال شیمیایی درزه‌ها و شکاف‌ها ایجاد شده و در تمام کوه‌های آهکی منطقه گسترش یافته‌اند؛ علاوه بر این در برخی نقاط روی دامنه‌ی تاقدیس‌ها، دولین‌ها و بقایای غارهای کم عمق و عمیق نیز مشاهده می‌شود.

**تصویر۳:-بخشی از ناودیس معلق قلعه گریخته**



**تصویر۴: نمایی از یک دولین در اطراف کوه سبزپوشان**



آثار کارست عمقی هم به صورت غارهای بزرگ در نواحی باباکوهی، دروازه قرآن و کوشک بیدک، که در ارتفاع ۱۰۰ تا ۲۰۰ متری دامنه‌ی کوه قرار گرفته‌اند، مشهود است. در برخی نقاط بر اثر فروریختگی سقف غارها دره‌هایی ایجاد شده است. این دره‌ها در نقاط مختلف از جمله در منطقه‌ی تاقدیس احمدی، نظرآباد، سبز پوشان و کوه قره مشاهده می‌شود. این دره‌ها و دره‌های عرضی بالا، نوع دره‌های تنگ و ژرف با دیواره‌های پرشیب و قائم(U شکل) را در معرض نمایش گذاشته‌اند. علاوه بر این دو نوع دره، که در سازندهای سخت ایجاد شده‌اند، آثار فرسایش ورقه‌ای(سفره‌ای)، شیاری، کانالی، خندقی(گالی شدگی) و دره‌ای(vشکل) نیز در سازندهای نرم و سست حوضه‌ی مهارلو به چشم می‌خورد. این گروه عمدتاً حاصل عمل آب‌های جاری در هولوسن(عصر حاضر) می‌باشند.

به طور کلی سیستم آبراهه‌ها و دره‌های حوضه‌ی آبریز مهارلو، هم از نظر مورفولوژی و هم به لحاظ تراکم شبکه‌ای، بسیار متفاوت است. در رسوب‌های نرم و فرسایش‌پذیر مانند سازند پابده-گورپی، تراکم

شبکه‌ی آبراهه‌ها بیشتر است؛ در حالی که در سازندهای کربناته و سخت از تراکم کمتری برخوردارند. دلیل عمده‌ی تراکم پایین شبکه‌ی آبراهه در این سازندها، نخست سختی بالا و مقاومت زیاد آن‌ها در برابر فرسایش سطحی و دیگر اشکال و لندفرم‌های کارست سطحی از جمله لاپیه‌ها و کارن‌ها، پونورها، دولین‌ها و امثال آن‌ها است که موجب فروکش کردن جریان‌های سطحی و افزایش جریان‌های عمقی در برخی قسمت‌های حوضه می‌شود؛ در نتیجه، تراکم زه‌کشی این سطوح نسبت به بقیه موارد کاهش یافته است.



**تصویر ۵: فرسایش خندقی یا گالی در مسیر سروستان به سمت شیراز**



**تصویر٦: گنبد نمکی سروستان و چاله های دولینی کارستی که در بالای آن مشاهده می‌شوند**

دریاچه‌ی مهارلو، نیز به عنوان یک پدیده‌ی هیدرومورفوتکتونیک، محصول عملکرد گسل‌ها و دوره‌های مرطوب و بارانی کواترنر بوده و در عمل جزو دریاچه‌های پلوویال(بارانی) به شمار می‌آید. این دریاچه که در پست‌ترین بخش حوضه قرار دارد، اگر چه خود معلول شرایط هیدروژئومورفولوژیک منطقه است، ولیکن به علت نوسانات فصلی یا دوره‌ای سطح آب دریاچه، از یک سو تراس‌ها و پادگانه‌های دریایی(دریاچه‌ای) چند اشکوبه‌ای در حاشیه‌ی آن ایجاد شده است که آثار آن را می‌توان در شمال شرقی دریاچه‌ی مهارلو مشاهده نمود. با توجه به اینکه ارتفاع بلندترین تراس بیشتر از۲/۵ متر از کف فعلی دریاچه نیست، می‌توان دریافت که این دریاچه هیچ گاه دارای عمق زیاد نبوده است. از سوی دیگر افت سطح دریاچه، در تشدید فرسایش و عمق بخشیدن بستر رودخانه‌ها و یا تقطیع دلتاهای پیرامونی مؤثر بوده است. هم‌چنین در مقیاس کلان، الگوی زه‌کشی حوضه را به صورت شعاعی متمایل به مرکز مبدّل ساخته است.

این تحولات، نوع رسوب‌ها و روند رسوب‌گذاری دریاچه را تحت تـأثیر قـرار داده و عـلاوه بـر کاهش عمق دریاچه، مورفولوژی رسوب‌های حاشیه‌ای را هـم متحـول سـاخته اسـت. در واقـع رسوب‌های این دریاچه از سطح زمین تا عمق ۷۰ متری شامل رس، گچ، سیلت و نمک می‌باشد. این رسوب‌های گچی و نمکی در کف و اطراف دریاچه همراه بـا وجـود سـازند سـاچون، کـه عمدتاً از گچ و مارن تشکیل شـده، در مورفولـوژی بسـتر دریاچـه و پلایـای پیرامـونی آن تـأثیر گذاشته و اشکال و لندفرم‌های ژئومورفیک مینیاتوری را در محـل ایجـاد کـرده اسـت. در عصـر حاضر نیز آورد رسوب‌ها توسط جریان‌های سطحی(معمولی و یا طغیانی و سیلابی) بـه دریاچـه، تحولاتی را به بار آورده است.

مصباح(۱۳۸۳) با استفاده از ردیابی کاربرد سزیوم ۱۳۷، میزان مـواد ورودی بـه دریاچـه را در چند دهه‌ی گذشته بررسی نموده و معتقد است در ۵۰ سـال گذشـته حـدود ۵۰ سـانتی متـر بـه ته‌نشست‌های دریاچه افزوده شده است؛ اما از آنجا کـه ژرفـای متوسـط دریاچـه ۵۵ سـانتی‌متـر برآورد شده است، سرعت رسوب‌گذاری تعیین شده برای رسوب‌های دریاچه شبهه‌آمیـز بـوده و متوسط نرخ رسوب‌گذاری در دریاچه‌ی مهارلو حدود۰/۳ میلی‌متر در سال می‌باشـد (لـک،۱۳۸۳: ۲۵).

**تصویر ۷: دره‌های فرسایشی-انحلالی به شکل رو یا روز در آهک‌های نازک لایه‌ی تاقدیس قره که در روبروی دریاچه واقع شده است.**



**۳. شرایط فیزیوگرافیک حوضه**: سایر عناصر طبیعی و محیطی، نظیر سازندهای زمین شناختی، ویژگی‌های اقلیمی وضعیت پوشش گیاهی و خصیصه‌های فیزیوگرافیک و مورفومتری حوضه‌ی دریاچه‌ی مهارلو نیز در فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفولوژیک ناحیه‌ی مورد مطالعه نقش‌پردازی می‌کنند.

به غیر از سازند ساچون (گچ و مارن تبخیری)، سازند پابده – گورپی و سازندهای آبرفتی کواترنر، که عمدتاً در سطوح پایکوهی و کف حوضه‌ی مهارلو گسترش دارند، بخش اعظم حوضه، (به ویژه ارتفاعات)، را سازندهای سخت نظیر آهک، دولومیت، ماسه سنگ و کنگلومرا در بر گرفته‌اند. در این سازندهای سخت، که عمدتاً صخره‌ای و پرشیب هستند، در مواردی چون ماسه سنگ‌ها و کنگلومراها جریان‌های سطحی تندابی و آبشاری حضور دارند و در مواردی مانند آهک‌ها، جریان‌های زیر سطحی و عمقی قائم، آبشارهای درون ریز(پنهان) و غیره شکل گرفته‌اند. در هر دو حالت به دلیل سختی و مقاومت نسبی سازندها در برابر فرسایش، میزان حفر و حمل مواد رسوبی و جریان‌های طغیانی و سیلابی اندک و ناچیز است و فقط حرکات ریزشی به چشم می‌خورد؛ در حالی که سازندهای سست مثل پابده – گورپی (شیل، مارستون) به دلیل ریزبافت بودن و سستی نسبی از نفوذپذیری کم و فرسایش پذیری زیاد برخوردارند و در نتیجه جریان‌های سطحی در این سطوح بیشترین اعمال حفر، حمل و رسوب‌گذاری را در سطح حوضه به خود اختصاص داده‌اند. همچنین حرکات دامنه‌ای از نوع لغزش در این مناطق بیشتر است.

**تصویر۸: حفره‌های انحلالی در منطقه‌ی مورد مطالعه و در پایین تصویر زخم یک لغزش مشاهده می‌شود**



**تصویر۹: ریزش تخته سنگی با شدت زیاد در بالادست حوضه**



بررسی‌ها نشان می‌دهند که سازندهای هرمز،رازک،پابده،گورپی و آغاجاری از نظر حساسیت در ردیف سازندهای بحرانی حوضه قرار دارند و در نتیجه فرسایش و آورد رسوب را در این قسمت‌ها افزایش داده‌اند. در حالی‌که حساسیت سازندهای گروه بنگستان، بختیاری و تاربور در ردیف سازندهای با حساسیت متوسط و سازندهای آسماری جهرم، واجد حساسیت کمی نسبت به فرسایش ارزیابی شده‌اند.

ابعاد و ویژگی‌های هندسی و مورفومتری لندفرم‌های حوضه‌ی مهارلو، نظیر ضریب گراولیوس و ضریب شکل، شیب و اختلاف ارتفاع و غیره نیز در فرایندهای رودخانه‌ای و زه‌کش‌های حوضه نقش بسیار مهم و اساسی دارند.

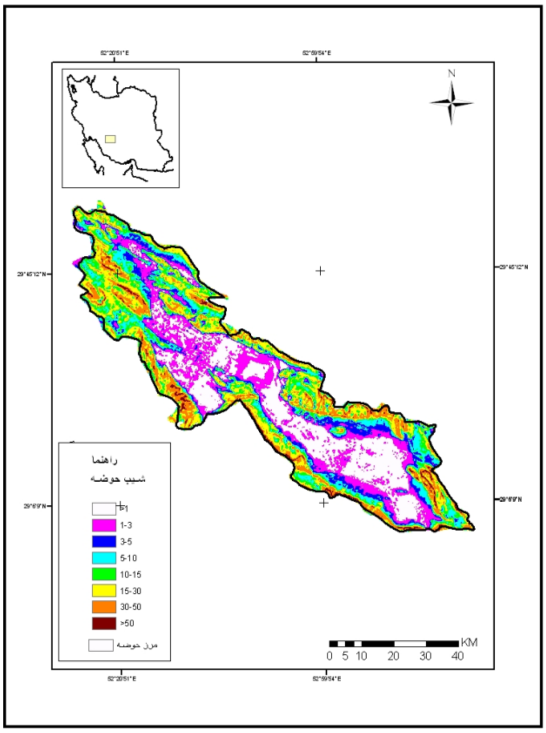
با توجه به جدول ضمیمه که مشخصات فیزیوگرافیک و مورفومتریک حوضه را نشان می‌دهد، می‌توان نتایج زیر را دریافت کرد:

**جدول۳ :مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو**

| مساحت (KM2) | محیط (KM) | ضریب شکل هورتن | ضریب فشردگی یا ضریب گراولیوس | نسبت دایره‌ای | طول مستطیل معادل | عرض مستطیل معادل | طول آبراهه اصلی | نسبت انشعاب | تراکم زهکشی | شیب متوسط حوضه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۹۴۹۵۸۶ | ۴۱۰۰۴۴ | ۰,۵۴ | ۱,۸۲ | .۲۹ | ۱۸۵,۱۶ | ۲۱,۳۳ | ۸۵,۰۱۶ | ۵,۱۸۴ | .۲۵ | ۹,۳ |

برخی ضرایب نظیر ضریب گراولیوس و ضریب شکل حوضه، بیانگر کشیدگی حوضه بوده و این ویژگی در کاهش سیلاب‌ها و فرسایش سطحی مؤثر واقع شده است. با وجود این حوضه‌ی مهارلو به دلایلی مانند بارش‌های رگباری و غیره هر از گاهی سیل‌هایی را نیز تجربه می‌کند.

**نقشه ۳: شیب حوضه‌ی مهارلو**




**۳. شرایط آنتروپوژنیک، تکنوژنیک و کاربری اراضی حوضه:** در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو حضور و استقرار سکونتگاه‌های شهری و روستایی نظیر شیراز، سروستان، کوار و... و احداث تأسیسات و سازه‌های مهندسی و عمرانی مانند ساخت انواع خطوط جاده‌ای، بناها و امثال آن، نفوذپذیری حوضه را کم نموده و بر حجم، دبی و سرعت رواناب سطحی افزوده و در نتیجه در کاهش زمان تمرکز و رخداد سیلاب و حفر و حمل رسوب تأثیرگذار بوده است. از طرفی اجرای طرح‌های تأمین آب مانند احداث سد خاکی کلستان، بند سنگی وملاتی چشمه انجیر، بند سنگی و ملاتی منطقه‌ی ده شیخ و... و عملیات

آبخیزداری، کنترل رواناب‌ها، سیلاب‌ها و فرسایش را به دنبال داشته است. البته فعالیت‌های کشاورزی هم، که عمدتاً در قسمت‌های بالادست حوضه متمرکز است، به نوعی در فرایندهای فرسایشی حوضـه ایفـای نقش می‌نمایند؛ به این صورت که در اراضی زراعی این نقاط، فرسایش شیاری با شدت متوسط تا زیاد به خوبی مشهود است. این فعالیت‌ها در رسوب‌زایی این نقاط تأثیر زیادی دارد.

تصویر۱۰: بانکت بندی نظر آباد سروستان        تصویر۱۱:  سد خاکی کلستان







در منطقه‌ی مورد مطالعه با توجه به کمبود زمین و وابستگی اقتصادی مردم بـه منـابع محیطـی، منـابع محدود این ناحیه در معرض تخریب‌اند. به عنوان نمونه،توسعه‌ی گالی‌ها و عمیق‌تر شدن دره‌ها و تخریب باغ‌های حاشیه‌ی رودخانه‌ها و چرای بـیش از حـدّ دام‌هـا در مراتـع دامنـه‌هـای شـیب‌دارتـر و تخریـب جنگل‌های بلوط، باعث افزایش بار رسوبی و گل‌آلود شدن رودخانه‌ها و افـزایش قـدرت سـیلاب شـده است. کشاورزان با توجه به کم بازده بودن زمین‌ها به دلایلی مثل شیب زیاد زمین‌ها و مخـاطرات طبیعـی مثل سرمازدگی و خشکسالی مجبورند برای تأمین معاش، سطوح بیشتری را به زیر کشت ببرند و اجازه‌ی آیش به زمین‌های زراعی ندهند؛ به عبارتی برای تصرف زمین بیشتر به شیب‌های تندتر دست‌اندازی کرده و با توالی کشت روی زمین‌های موجود، باعث کاهش مواد آلی و فرسایش شیمیایی خاک شده‌اند.

برداشت شن و ماسه رودخانه‌ها برای استفاده از آن در مصالح ساختمانی، در مواردی باعـث ریـزش دیواره‌ها به داخل مجاری رودخانه‌ها (مثل رودخانه چنـار راهـدار) و نیـز تغییـر سـمت و سـوی خـط بیشینه‌ی سرعت آب رودخانه‌ها و افزایش بار رسوبی آن‌ها شده است.

رها کردن زباله در داخل رودخانه‌ها نیز با توجه به تجمّع آن‌ها در فصل کم آبی و انباشـته شـدن، در فصل پرباران توسط سیلاب‌ها مورد هجوم و در مواردی باعث انحراف سیلاب می‌شوند.

اجرای طرح‌های نهال کاری در اراضی متعلّق به منابع طبیعی در دامنه‌های شیب‌دار، که چندی پیش با حمایت جهاد کشاورزی صورت گرفت، به دلیل این‌که کشاورزان برای تقویت نهال‌ها اقدام به از بین بردن علف‌های هرز اطراف آن‌ها می‌کنند، در موارد زیادی باعث توسعه‌ی شیارها و گالی‌ها در دامنه‌ها شده و معمولاًخاک لخت را در معرض آب‌شویی قرار داده است.

موارد مزبور نمونه‌هایی از نقش انسان در پیدایش و یا تسریع اشکال جدید فرسایش آبی در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو است. بنابراین انسان غالباً با دخالت‌های نادرست خود، زمینه‌ی فرسایش و تخریب بیشتر منابع آب و خاک حوضه را فراهم نموده است.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو، یکی از حوضه‌های مستقل ایران مرکزی است، که در استان فارس و در قلب رشته کوه زاگرس واقع شده است. این منطقه حوضه‌ی طولی با روند شمال غربی-جنوب شرقی و منطبق بر یکی از ناودیس‌های چین‌خورده‌ی زاگرسی است. این حوضه، از سه واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان، دشت و چاله‌ی دریاچه تشکیل شده است. این سه واحد نه تنها در رفتار هیدرولوژیکی و فرایندهای هیدروژئومورفولوژیک حوضه تأثیرگذارند، بلکه خود نیز متأثر از فرایندهای هیدروژئومورفیک بوده و هستند. علاوه بر این عوامل دیگری از جمله شرایط مورفوتکتونیک،مورفوکلیماتیک،فیزیوگرافیک و ژئومتریک، آنتروپوژنیک و تکنوژنیک در فرایندها و لندفرم‌های هیدروژئومورفیک حوضه نقش قاطعی داشته‌اند. این عوامل در فرایندهای رودخانه‌ای، کارستیفیکاسیون و دریاچه‌ای به گونه‌ای تأثیرگذار بوده‌اند، که اشکال و لندفرم‌های گوناگون و ویژه‌ای را خلق کرده‌اند.

شرایط اقلیمی و ناهمواری‌های ژورایی، چین‌های تاقدیسی و ناودیسی، گسل‌ها و درزه‌ها و گنبدهای نمکی، هم در الگوهای زه‌کشی حوضه، هم در شکل دره‌ها (طولی،عرضی،Uشکل،Vشکل و...) و لندفرم‌های فرسایشی-کاوشی و فرسایشی- تراکمی(ناودیس‌های معلّق، مخروط‌افکنه‌ها، پلیگون‌های نمکی و کفه‌های نمکی و...) نقش مهمی را به عهده داشته‌اند. از طرفی شرایط پالئوکلیماتیک و نئوکلیماتیک در سازندهای کربناته، جریان‌های زیرسطحی و زیرزمینی و فرایند کارستی شدن حوضه‌ی مهارلو را تضمین نموده‌اند. بر اثر فرو ریختن سقف غارها این فرایند هر چند در موارد استثنایی، دره‌های کانیونی در

منطقه را شکل داده است، ولیکن به دلیل ایجاد اشکال کارست سطحی و عمقی، نفوذ آب‌ها و جریان‌های عمقی را تقویت و تراکم زه‌کشی در سطح حوضه را تضعیف کرده است.

نتیجه‌ی نهایی آنکه، تراکم زه‌کشی و فرسایش و رسوب در سطح حوضه چندان زیاد نبوده و بخشی از فرایندهای هیدروژئومورفیک حوضه به نواحی پیرامونی و حاشیه دریاچه و قسمتی نیز به کارست شدگی مربوط می‌گردد.

فرایندهای ذکرشده و لندفرم‌های زایشی آنها یک سری پتانسیل‌ها، تنگناها و خطرات بالقوه در حوضه‌ی مهارلو ایجاد کرده است. از جمله، رخداد سیل‌ها و ریزش‌های تخته سنگی مکرر در دره‌های کوهستانی را ایجاد کرده است. از طرفی فرایندهای رودخانه‌ای و رسوب‌های حاصل از آنها نیز دشت‌های حاصل‌خیز در حوضه را ایجاد کرده‌اند. املاح گوناگون، به ویژه کلرورها، سولفات‌ها، کربنات‌ها و نیترات‌های موجود در اطراف و حاشیه‌ی دریاچه‌ی مهارلو، نیز می‌تواند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

نکته‌ی دیگر آنکه سطوح کوهستانی حوضه و دریاچه‌ی مهارلو، به لحاظ اکوتوریسم و ژئومورفوتوریسم جاذبه‌های خاص و گوناگونی را ایجاد کرده‌اند. از این جهت به مسؤولان دولتی توصیه می‌شود در برنامه‌ریزی‌های خود روی این تنگناها و پتانسیل‌ها توجه خاصی مبذول نمایند.

## یادداشت‌ها

۱– پالئو هیدروموفوتکتونیک عبارت است از اعمال مشترک عوامل تکتونیکی و هیدرومورفیک در شکل‌زائی لندفورم های دیرینه، مانند کلوزها و دره های عرضی که محصول عمل مشترک آب‌های جاری (انتسدانت = پیشینه رود) و بالا آمدگی فرود محوری تاقدیس‌ها است.

## کتابنامه


۱. احمدی، حسن. (۱۳۸۱). *ژئومورفولوژی کاربردی(فرسایش آبی)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲. بهبهانی، سید محمود رضا. (۱۳۸۰). *هیدرولوژی آب‌های سطحی*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳. ثروتی، محمدرضا. حسن لشکری و اسدالله مؤمنی. (۱۳۸۷). هیدروژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز رودخانه لیله جوانرود.

٤. خاکپور، معصومه. (۱۳۸۹). «مطالعه‌ی هیدروژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو ونقش آن در برنامه ریزی محیطی». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.

۵. خسروتهرانی، خسرو. علی درویش زاده. (۱۳٦۳). *زمین شناسی ایران*. انتشارات وزارت آموزش و پرورش. (مراکز تربیت معلم).

٦. درویش زاده، علی. (۱۳۷۰). *زمین شناسی ایران*. چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

۷. دور نکامپ و همکاران. (۱۳۷۰). *تحلیل‌های کمّی در ژئومورفولوژی*. ترجمه جمشید فریفته.تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۸. زمردیان، محمدجعفر. (۱۳۸۳). *ژئومرفولوژی ایران*. جلد اول و دوم. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۹. سازمان برنامه وبودجه. (۱۳۷۱). اوضاع اقتصادی و اجتماعی استان فارس،توسعه منابع آب،حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی مهارلو. ویرایش اول. مرکز انفورماتیک و مطالعات توسعه جنوب. دفتر برنامه ریزی.

۱۰. سبوکی،عبدالرضا. (۱۳۷۵). «هیدروژئولوژی گنبد نمکی سروستان». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. بخش زمین شناسی.

۱۱. شهرابی، مصطفی. (۱۳۷۳). دریاها و دریاچه‌های ایران. سازمان زمین شناسی کشور.

۱۲. فرهودی، قدرت‌الله. (۱۳٦٤). «مطالعه ژئومورفولوژی دریاچه‌ی مهارلو». پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. بخش زمین شناسی.

۱۳. کرینسلی، دانیل. (۱۳۸۱).*کویرهای ایران*. ترجمه دکتر عباس پاشائی. انتشارات سازمان جغرافیایی.

۱٤. لک، راضیه. (۱۳۸۳). *بررسی رسوبات دریاچه‌ی مهارلو*. گزارش سازمان زمین‌شناسی استان فارس.

۱۵. محمودی،فرج الله. (۱۳۵٦). *جغرافیای ایران. (بخش نخست،جغرافیای طبیعی)*. انتشارات وزارت آموزش و پرورش.

۱٦. مرکز ملی پژوهش‌ها و مطالعات کارست. (۱۳۷٤).« *هیدروژئولوژی حوضه‌ی مهارلو*». گزارش نهایی مطالعات جامع حوضه‌ی کارست مهارلو.

۱۷. مصباح، سیدحمید. (۱۳۸٤). «برآورد میزان رسوب‌گذاری سالانه‌ی دریاچه‌ی مهارلو». *سومین همایش فرسایش و رسوب*. مرکز تحقیقات و حفاظت خاک آبخیزداری.

۱۸. ولایتی، سعدالله. (۱۳۷٦). *جغرافیای آب‌ها*. مشهد: انتشارات خراسان.

19. Dumas D.,M.Mieton&J Humbert .(2003)."Hydroloclimatic balance of the Maharlu Lake depression". (Iran).Science et changments planetaires/ secheresse. 14. (4). pp 219-26

20. Fisher W.B.(1968).*The Cambrige History of Iran* .Volume1. the land of Iran – Cambridge at the university press.

21.www.google earth.com